

## 明 細 書

### PTC素子および蛍光灯用スタータ回路

#### 技術分野

[0001] 本発明はPTC素子およびPTC素子を組み込んだ蛍光灯用スタータ回路に関する。

[0002] 尚、「PTC素子」とは、電気／電子回路技術の分野において知られているように、正の温度係数(Positive Temperature Coefficient)を有するサーミスタを言う。PTC素子は、比較的低い温度条件下(例えば常温時)ではその電気抵抗(またはインピーダンス)は低い、ある温度(以下、トリップ温度と言う)を超えると電気抵抗が急激に増加する。本明細書において、PTC素子の前者の状態をロー状態、後者の状態をハイ状態とも言うものとする。

#### 背景技術

[0003] 現在、インバータ式蛍光灯用スタータ回路においては、セラミックPTC素子およびコンデンサが蛍光灯とそれぞれ並列に接続されて用いられている(例えば特許文献1を参照のこと)。

[0004] インバータ式蛍光灯装置の代表的な電気回路図(従来のスタータ回路を含む)を図5に示す。図示するように、従来のスタータ回路60(図5中、点線で囲まれた部分を言う)は、PTC素子61およびスタート用コンデンサ63が蛍光灯65とそれぞれ並列に接続するように構成される。また、蛍光灯65はインバータ回路(詳細は省略する)70にコイル67およびコンデンサ69を介して接続される。

[0005] このようなインバータ式蛍光灯装置は以下のようにして点灯する。まず、交流電源(図示せず)をオンにして、図5に示す電気回路に高周波電流を流す。PTC素子61は最初ロー状態にあり、低いインピーダンスを有するため、蛍光灯65のフィラメントを流れる電流はその大部分がPTC素子61を通して流れ、蛍光灯65のフィラメントおよびPTC素子61はそのジュール熱によって加熱される。やがて、PTC素子61が自身のジュール熱によってハイ状態にトリップすると、PTC素子61のインピーダンスが顕著に増加する。その結果、蛍光灯の両端に大電圧が印加され、加熱されていたフィラメ

ントから熱電子が放出されて、蛍光灯が点灯する。PTC素子61は、以上のようにスタータ回路として機能した後も、蛍光灯が点灯している間に亘って引き続きハイ状態のまま維持される。

[0006] 特許文献1:特開平7-161483号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のような従来の蛍光灯用スタータ回路60においてはセラミックPTC素子61が用いられている。セラミックPTC素子(CPTC素子)は、一般的には、例えばチタン酸バリウムを主成分とする酸化物半導体などのセラミック材料から成る本体を電極で挟んで構成される。セラミックPTC素子は、その構成上、素子自体に容量成分があるため、交流電流を流す電気特性が変化することは従来から知られている。このため、交流電源を用いる装置において、意図した電気特性が得られないという問題がある。

[0008] セラミックPTC素子の電気特性の変化を防止するため、インバータ式蛍光灯装置のスタータ回路に整流回路を用いてセラミックPTC素子に直流電流を流すことも提案されている(例えば、特許文献1を参照のこと)。しかしながら、このような構成は整流素子などの追加の部品を要するため、製造費用の増加および占有空間の拡張という不利点がある。

[0009] 本発明の1つの目的は、上記のような問題が解決される新規な蛍光灯用スタータ回路を提供することにある。また、本発明のもう1つの目的は、そのような蛍光灯用スタータ回路に用いるのに適する、新規な構造を有するPTC素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] これまで、セラミックPTC素子に交流電流を流した場合、特に商用周波数(50Hz／60Hz)に比べて相当高い周波数(例えば60kHz)の交流電流が流れるインバータ式蛍光灯装置において、セラミックPTC素子の電気特性がどの程度変化するのは具体的に知られていなかった。そこで本発明者らは、セラミックPTC素子の電気特性として、特に高周波数の交流電流を用いる場合のインピーダンス-温度特性について調べた。

[0011] 他方、電気／電子回路技術の分野において、セラミックPTC素子(CPTC素子)の

他、ポリマーPTC素子(PPTC素子)もまたPTC素子の1つとして知られている。本発明者らはポリマーPTC素子に着目し、ポリマーPTC素子の電気特性についても同様に調べてみた。

[0012] その結果、セラミックPTC素子では、直流電流を流した場合と著しく異なる電気特性を示し、更に、交流電流の周波数によっても電気特性が変化することが確認された。これに対し、ポリマーPTC素子ではセラミックPTC素子程の電気特性の変化は見られなかった。例えば、セラミックPTC素子では、ハイ状態のインピーダンスが $1 \times 10^4 \Omega$ 以下に著しく低下しているのに対し、ポリマーPTC素子では $1 \times 10^5 \Omega$ 以上の高いインピーダンスが得られることが確認された(周波数:約70kHzにて)。これは、セラミックPTC素子が容量成分を有するのに対し、ポリマーPTC素子は容量成分を殆ど有しないことに起因すると考えられる。

[0013] 以上の知見に基づいて本発明の蛍光灯用スタータ回路を完成するに至った。本発明の1つの要旨によれば、ポリマーPTC素子を含む蛍光灯用スタータ回路(より詳細にはインバータ式蛍光灯用スタータ回路)が提供される。このようなスタータ回路は、例えば、ポリマーPTC素子およびコンデンサが蛍光灯とそれぞれ並列に接続されるようにして構成され得る。

[0014] 本発明の蛍光灯用スタータ回路においては、ポリマーPTC素子を用いているため、セラミックPTC素子を用いる従来のスタータ回路に比べて、電気特性(より詳細にはインピーダンス-温度特性)の周波数依存性が低く、ハイ状態でより高いインピーダンスが得られる。この結果、点灯状態(蛍光灯が実際に点灯している間を意味し、電源をオンにしてから蛍光灯が点灯するまでの初期状態を含まないものとする)におけるスタータ回路による消費電力を低減することができる。このような本発明の蛍光灯用スタータ回路は、整流素子などの追加の部品を要さず、占有空間の拡張を実質的に招かず、既存の蛍光灯の製造設備および方法に適用可能である。

[0015] 更に、本発明者らは、このような蛍光灯用スタータ回路に用いるのに適するポリマーPTC素子の構造について更に鋭意研究を重ね、本発明のPTC素子を完成するに至った。本発明のもう1つの要旨によれば、ポリマーPTC材料から成るシート状本体と、シート状本体の表面に形成された第1および第2の電極とを含んで成るポリマーP

TC素子であって、シート状本体を厚さ方向に少なくとも部分的に横断する空間が設けられていることを特徴とするPTC素子(より詳細にはポリマーPTC素子)が提供される。

[0016] 本発明のポリマーPTC素子によれば、シート状本体を縦方向(厚さ方向)に横断する空間(または空洞)が設けられているので、熱膨張を該空間に吸収して熱ストレスを緩和できる。この結果、本発明のポリマーPTC素子によれば、従来のポリマーPTC素子に比べて耐電圧特性を向上させることができる。あるいは、より小型の素子で従来と同程度の耐電圧特性を実現することができる。尚、一般的に「耐電圧特性」とは、電源をオンにして維持した場合にPTC素子が故障するまでの時間、または電源のオン／オフを繰り返した場合にPTC素子が故障するまでの繰り返し回数を言う。蛍光灯用途では、前者の耐電圧特性は、PTC素子を蛍光灯装置に組み込んだ状態で電源オンにして蛍光灯を点灯させ、例えば1kVをピーク電圧とし、その後約50～150Vの電圧がPTC素子に加わるような電圧条件下にて維持した場合にオンにしてからPTC素子が故障するまでの時間を言う。また、後者の耐電圧特性は、PTC素子を蛍光灯装置に組み込んだ状態で電源を所定時間オン／オフして上記と同様の電圧条件下にて蛍光灯を点灯／消灯させ、これを1サイクルとして繰り返した場合にPTC素子が故障するまでの繰り返しサイクルを言う。

[0017] 上記空間はシート状本体を貫通するスルーホールの内壁面によって少なくとも部分的に規定され得る。例えば、スルーホール内に何も存在しない場合には上記空間はスルーホール全体であってよく、あるいは、スルーホール内に端子などの内挿物が存在する場合には上記空間はスルーホールの内壁面と内挿物との間に規定される隙間であってよい。また、上記空間はシート状本体の途中まで設けられた凹部であってよい。この空間の位置、形状および大きさなどは、後述するように電極および端子との関係を考慮して、好ましくはPTC素子の電気特性に実質的に影響を及ぼさないように適当に選択され得る。空間の数は特に限定されず、少なくとも1個あればよいが、熱膨張／熱ストレスを効率的に吸収し得るように好ましくは2個またはそれ以上設けられる。

[0018] 1つの態様において、PTC素子の第1および第2の電極はシート状本体の同一の

シート面上に隔間して形成される。このような構成によれば、万一故障するとしても、短絡せずにオープンモードで故障し、フェイルセーフを実現できるので、安全性が向上する。これは、熱ストレスの繰り返しによる疲労が電極の外縁近傍に位置するシート状本体の部分に集中するため、故障する場合にはその部分で素子が破壊され易くなるためであると考えられる。これら第1および第2の電極の隔間距離はシート状本体の厚さ以上であることが好ましい。このように隔間距離をとることによって、万一故障する場合には、オープンモードがより優先され得る。

[0019] もう1つの態様において、PTC素子の第1および第2の電極は、縦方向(シート状本体の厚さ方向)に投射して見たときに互いに重ならないようにして、シート状本体の1対の対向するシート面上にそれぞれ形成される。このような態様によっても、上記態様と同様の効果が得られ、同様の理由から、これら第1および第2の電極を投射して見たときの隔間距離はシート状本体の厚さ以上であることが好ましい。

[0020] しかしながら、本発明はこれに限定されず、PTC素子の第1および第2の電極は任意の適当な関係で配置され得る。また、第1および第2の電極は2種の異なる電位の電極が存在すればよく、第1の電極が複数個存在していてもよく、第2の電極も同様である。また、電位の異なる少なくとも2種の電極が存在すればよく、3種またはそれ以上設けられていてもよい。例えば第1〜第3またはそれ以上の電極がPTC素子の同一のシート面に隔間して並列に設けられ得、あるいは、PTC素子の対向するシート面に互い違いに並列に設けられ得る。電極には、例えばはんだ付けなどによって端子がそれぞれ固定され得る。

[0021] 上記の空間と電極との関係については、空間は縦方向(シート状本体の厚さ方向)に投射して見たときに電極の外縁で囲まれた領域の内側、好ましくは動作部に近い位置に設けられ得る。この場合、当然ながら、空間の横方向断面は電極の外縁で囲まれた領域よりも小さい。複数個の空間が存在する場合には、例えば、PTC素子の各電極につき1個または複数個の空間が上記のように設けられ得る。空間は電極を貫通するように設けられていてよい。

[0022] 上記の空間と端子との関係については、特に限定されるものではないが、例えば縦方向から見たときに、空間を規定する壁面の輪郭が端子の断面よりも大きい場合、該

輪郭と端子との間に隙間が残されるようにして端子が空間を貫通して、または空間の途中まで挿入されていてよい。また例えば、空間を規定する壁面の輪郭が端子の断面よりも小さい場合、端子の端部で空間の開口部が閉じられるように、空間と端子とが互いに隣接していてもよい。また例えば、端子の横方向断面が漸近的に変化する場合、空間を規定する壁面の輪郭が端子の横方向断面と同程度となる位置まで、空間を規定する壁面内に端子が嵌め込まれていてよい。

[0023] 尚、本発明において「シート状」とは、略矩形断面を有するシートおよび／または層などの形態を言うものとする。「シート状本体」は、略矩形断面の1対の対向する辺がもう1対の対向する辺よりも相当大きい物であってよく、または、そのような物から切り出された物であってよい。後者の場合、「シート状本体」の略矩形断面において、1対の対向する辺はもう1対の対向する辺よりも必ずしも相当大きくなくてよい。また、「シート面」とはシート状本体の略矩形断面のより長い辺を含む表面を言うものとする。本明細書を通じて、「縦方向」はシート状本体の厚さ方向を意味し、「横方向」はシート面に沿った方向を意味するものとする。

[0024] 以上のような本発明のPTC素子は、ロー状態とハイ状態との間を頻繁にトリップし、熱による膨張・収縮が繰り返される用途に適する。よって、本発明のPTC素子は、本発明の蛍光灯用スタータ回路、より詳細にはインバータ式蛍光灯用スタータ回路に好適に組み込まれ得る。また、蛍光灯用スタータ回路の他、例えば、交流電源と接続され、立ち上がり時にのみ大電流を要するような起動用回路にも好適に用いられ得る。しかし、これに限定されず、本発明のPTC素子は熱による膨張・収縮が問題となるような他の用途にも用い得る点に留意されるべきである。

#### 発明の効果

[0025] 本発明によれば、より効率的で新規な蛍光灯用スタータ回路が提供される。本発明の蛍光灯用スタータ回路はポリマーPTC素子を用いているので、セラミックPTC素子を用いる場合に比べて、電気特性の周波数依存性が低く、蛍光灯の点灯状態におけるPTC素子による消費電力を低減することができる。

[0026] また、本発明によれば、蛍光灯用スタータ回路に用いるのに適するPTC素子が提供される。本発明のPTC素子によれば、シート状本体を厚さ方向に少なくとも部分的

に横断する空間が設けられているので、シート状本体に生じる熱膨張および／または熱ストレスを吸収でき、よって、従来構造のポリマーPTC素子に比べて耐電圧特性を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の1つの態様におけるポリマーPTC素子を模式的に説明する図であり、図1(a)は断面図、図1(b)は図1(a)のA-A'線に沿った断面図、図1(c)は図1(a)に対応する故障時の断面図である。

[図2]図2(a)および(b)は本発明の種々の態様におけるポリマーPTC素子の模式的な断面図である。

[図3]PTC素子の抵抗-温度特性(直流)を示すグラフであり、図3(a)はポリマーPTC素子の場合、図3(b)はセラミックPTC素子の場合を示す。

[図4]PTC素子のインピーダンス-温度特性(交流)を示すグラフであり、図4(a)はポリマーPTC素子の場合、図4(b)はセラミックPTC素子の場合を示す。

[図5]インバータ式蛍光灯装置の従来のスタート回路を含む電気回路図である。

[図6]従来の1つのタイプのポリマーPTC素子を模式的に説明する図であり、図6(a)は断面図、図6(b)は上面図である。

[図7]従来の別のタイプのポリマーPTC素子を模式的に説明する図であり、図7(a)は断面図、図7(b)は図7(a)に対応する故障時の断面図である。

### 符号の説明

- [0028] 1、81、91 シート状本体  
3a、3b、4a、4b、83a、83b、93a、93b 電極(金属部)  
5a、5b、85a、85b、95a、95b 端子  
7a、7b スルーホール  
9a、9b、89a、89b はんだ接合部  
10、80、90 ポリマーPTC素子  
60 スタート回路  
61 PTC素子  
63 スタート用コンデンサ

65 蛍光灯

67 コイル

69 コンデンサ

70 インバータ回路

## 発明を実施するための最良の形態

### [0029] (実施形態1)

本実施形態はポリマーPTC素子に関する。図1(a)および(b)に示すように、本実施形態のポリマーPTC素子10には、ポリマーPTC材料から成るシート状本体1の対向する一対のシート面の片面に金属部3aおよび3bが形成され、もう片面に金属部4aおよび4bが形成されている。これら金属部3aおよび3bは同一のシート面上にて、好ましくはシート状本体1の厚さ以上の距離を置いて隔間して配置されており、金属部4aおよび4bも同様である。また、スルーホール7aがシート状本体1と金属部3aおよび4aを貫通して設けられており、スルーホール7bもシート状本体1と金属部3bおよび4bを貫通して設けられている。端子5aおよび5bとスルーホール7aおよび7bの内壁面との間には空間(または隙間)が残されている。

[0030] 本実施形態において、端子5aおよび5bはシート状本体1の一方のシート面側からスルーホール7aおよび7bの内部を通して縦方向に延び、対向するシート面側から突出している。また、端子5aは金属部3aおよび4aにはんだ接合部9aおよび9a'によってそれぞれ固定され、端子5bは金属部3bおよび4bにはんだ接合部9bおよび9b'によってそれぞれ固定されている。金属部3aおよび4aが同電位の第1の電極として機能し、金属部3bおよび4bが同電位の第2の電極として機能する。

[0031] 例えば、シート状本体1は縦約3mm×横約11mm×厚さ約1mmの直方体形状を有し、金属部3a、3b、4a、4bは縦約3mm×横約3mm×厚さ約0.03mmの直方体形状を有し得る。また、スルーホール7a、7bは直径約0.8mmの円筒形状を有し、端子5a、5bは直径約0.7mmの円筒形状を有し得る。図示する態様では、スルーホール7aおよび7bは、縦方向から見て、金属部3aおよび4aならびに3bおよび3bの外縁で囲まれた領域の中央部に位置するが、動作部(本実施形態ではシート状本体1の中央部付近)に近い方が好ましいと考えられる。しかしながら、これらは例示にすぎ



ず、各部材の寸法および形状等は当業者により適切に選択され得るであろう。

[0032] このポリマーPTC素子10は以下のようにして作製できる。まず、シート状のポリマーPTC材料を準備する。ポリマーPTC材料は、例えばカーボンブラックなどの導電性粒子がポリエチレンなどのポリマー材料に分散して成るものを用い得る。この1対のシート面の双方にCu箔などの金属箔を施し、必要に応じて該金属箔をNiなどでメッキする。これにより得られたシートをドリルで切削してスルーホール7aおよび7bを形成する。ドリリングは、素子の機械的強度が向上するのでエッチング前に行うことが好ましい。その後、(場合によりメッキ付きの)金属箔を所定のパターンでエッチングして金属部3a、3bおよび4a、4bを形成し、所定の大きさのチップにカットする。そして、Cuなどの金属から成る(メッキ付きでもよい)ような一般的な端子5aおよび5bを、例えばはんだ付けなどによって金属部3aおよび3bにそれぞれ固定して接続する。これにより、ポリマーPTC素子10が得られる。ポリマーPTC素子10は、一般的には例えばシリコーン樹脂などで被覆され得る。

[0033] 従来の1つのタイプのポリマーPTC素子として、図6(a)および(b)に示すように、ポリマーPTC材料から成るシート状本体81の一方のシート面に電極83aおよび83bが隔間して配置され、はんだ接合部89aおよび89bで固定された端子85aおよび85bが電極83aおよび83bのそれぞれから横方向に並行に延びているポリマーPTC素子80が知られている。このような従来のポリマーPTC素子80を耐電圧試験に付すと熱サイクルにより膨張・収縮(図6(a)中、膨張方向の例を矢印にて模式的に示す)を繰り返し、熱ストレスによって疲労して最終的には故障に至る。

[0034] これに対して本実施形態のポリマーPTC素子10によれば、シート状本体1に設けられたスルーホール7a、7bの内壁面と端子5a、5bとの間の空間により熱膨張(図1(a)中、理解を容易にする目的で膨張方向の例を矢印にて模式的に示す)を吸収し、熱ストレスを緩和できるので、上記のような従来のポリマーPTC素子80に比べて故障に至るまでの寿命を長くでき、耐電圧特性が向上する。

[0035] また、別のタイプの従来のポリマーPTC素子として、図7(a)に示すように、ポリマーPTC材料から成るシート状本体91が電極93aおよび93bで挟まれ、電極93aおよび93bのそれぞれから端子95aおよび95bが横方向に互いに反対方向に延びている

ポリマーPTC素子90が知られている。このような従来のポリマーPTC素子90は、偶発的な外的要因(例えば機械的な接触)などによって万一故障する場合には、図7(b)に示すようなモードが起こり得る。

[0036] これに対して本実施形態のポリマーPTC素子10は、万一故障するとしても、図1(c)に示すように電極近傍でクラックが発生することによりオープンモードで故障し、短絡が回避されるので、上記のような従来のポリマーPTC素子90に比べて安全性が向上する。これは、いずれの理論によっても拘束されるものではないが、シート状本体1の内部の熱分布や放熱量の差、シート状本体1と金属材料から成る金属部3a、4a、3b、4bとの間の熱膨張率の差などの種々の要因が複合して関与した結果、特に金属部3a、4a、3b、4bの素子中央部側の外縁Bの近傍に位置するシート状本体1の部分に熱ストレスによる疲労が集中し、万一故障する場合にはその部分から亀裂が走って素子が破壊されるのが優先されることによると考えられる。

[0037] また、オープンモードがより優先されるように、金属部3a、3b、4aおよび4bの少なくとも1つにつき、素子中央側の外縁近傍に位置するシート状本体の部分にノッチを形成してもよい。

[0038] 以上、1つの実施形態における本発明のPTC素子について説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の概念を逸脱しない範囲で種々の改変がなされ得ることは当業者に容易に理解されるであろう。例えば、本実施形態においては金属部4aおよび4bを設け、はんだ接合部9a'および9b'で端子5aおよび5bに接合することとしたが、金属部4aおよび4bならびにはんだ接合部9a'および9b'は省略してもよい。

[0039] また、本実施形態においては端子5aおよび5bをスルーホール7aおよび7bに通してシート状本体1に貫通させたが、図2(a)に示すように、スルーホール7aおよび7bの途中まで挿入するようにしてもよい。

[0040] 更に、図2(b)に示すように、端子5aおよび5bをそれぞれ金属部4aおよび3bに接続してもよい。この場合、金属部4aおよび3bが電極として機能する。これら金属部4aおよび3bは、縦方向に投射して見たときに互いに重ならないようにして、シート状本体1の対向するシート面上にそれぞれ形成されている。

[0041] 本実施形態においては空間をスルーホールと端子との間の隙間の形態で設けたが

、スルーホールに端子が挿入されておらず、スルーホール全体が空間であってもよい。また、シート状本体の途中まで達する凹部の形態として空間を設けても熱膨張を吸収し得るであろう。

[0042] (実施形態2)

本実施形態はポリマーPTC素子を用いる蛍光灯用スタータ回路に関する。本実施形態の蛍光灯用スタータ回路(図示せず)は、図5に示すインバータ式蛍光灯装置の従来のスタータ回路において、セラミックPTC素子61に代えて、実施形態1のポリマーPTC素子10を用いて構成される。

[0043] このようにして得られる本実施形態の蛍光灯用スタータ回路は、セラミックPTC素子61を用いる従来の蛍光灯用スタータ回路に比べて、電気特性の周波数依存性が低く、点灯状態におけるスタータ回路による消費電力を低減することができる。

[0044] 特に、本実施形態においては実施形態1のポリマーPTC素子を用いているので、実施形態1にて上述したように、従来の蛍光灯用スタータ回路において、セラミックPTC素子に代えて他の既知のポリマーPTC素子を適用する場合に比べて高い耐電圧特性および高い安全性が得られるという利点がある。

[0045] 以上、1つの実施形態における本発明の蛍光灯用スタータ回路について説明したが、本実施形態についても、本発明の概念を逸脱しない範囲で種々の改変がなされ得るであろう。例えば、本実施形態においては図5に示す回路配置を採用したが、これに限定されず、他の適当な蛍光灯用スタータ回路配置を採用し得る。

[0046] また、本実施形態においては実施形態1のポリマーPTC素子を用いることとしたが、他の態様の本発明のポリマーPTC素子を用いてもよい。また、当該技術分野において既知のポリマーPTC素子を用いてもよく、この場合にも、セラミックPTC素子を用いる従来の蛍光灯用スタータ回路に比べて電気特性の周波数依存性が低く、点灯状態におけるスタータ回路による消費電力を低減することができるという効果を奏し得る。

## 実施例

[0047] 1. 素子特性

本発明のポリマーPTC素子の電気特性を調べた。尚、PTC素子の抵抗またはイン

ピーダンスの測定はいずれも20〜160℃の範囲内の所定の温度条件下にて素子を15分維持した後に行うものとした。尚、この温度条件の値はPTC素子の周囲温度であるが、PTC素子自体の温度と見なして差し支えない。

[0048] まず、実施形態1のポリマーPTC素子を作製した。また、比較のためにセラミックPTC素子を市販で入手した。これらポリマーPTC素子およびセラミックPTC素子について、一般的な直流抵抗計を用いて、素子単独の状態における直流の場合の抵抗値を種々の温度条件下で測定することによって、素子の抵抗-温度特性を調べた。結果を図3(a)および(b)に示す。

[0049] 図3(a)および(b)から判るように、ロー状態の抵抗はポリマーPTC素子がセラミックPTC素子より低いものの、ハイ状態の抵抗はポリマーPTC素子とセラミックPTC素子とで殆ど変わらなかった。

[0050] 次に、上記と同じポリマーPTC素子およびセラミックPTC素子について、一般的なLCRメータを用いて、素子単独の状態における交流の場合のインピーダンス値を種々の温度条件下で測定することによって、素子のインピーダンス-温度特性を調べた。ここで、交流周波数は20kHz、50kHzおよび70kHzと変化させ、各周波数につき抵抗値を測定するものとした。結果を図4(a)および(b)に示す。

[0051] セラミックPTC素子について、直流の場合の抵抗値(図3(b))と交流の場合のインピーダンス値(図4(b))とを比較すると、直流の場合に比べて交流の場合の方がハイ状態の値はより低くなり、ハイ状態とロー状態との値の差がより小さくなる傾向が見られた。他方、ポリマーPTC素子について、直流の場合の抵抗値(図3(a))と交流の場合のインピーダンス値(図4(a))とを比較すると同様の傾向が見られるもののセラミックPTC素子ほど著しくなかった。

[0052] 交流の場合、図4(a)および(b)を参照して、ポリマーPTC素子(図4(a))はセラミックPTC素子(図4b)と比べてロー状態ではより低く、ハイ状態ではより高いインピーダンスを示し、より大きなインピーダンス差およびより急峻なインピーダンス変化を示した。特に、インバータ蛍光灯で使用される周波数に近い70kHzでは、ハイ状態のインピーダンスは、セラミックPTC素子の場合には $1 \times 10^4 \Omega$ 以下であるのに対し、ポリマーPTC素子の場合には $1 \times 10^5 \Omega$ 以上であった。

[0053] 以上の結果より、実施例のポリマーPTC素子によれば、比較例のセラミックPTC素子に比べてハイ状態でより高いインピーダンスが得られるので、蛍光灯用スタート回路に用いた場合、点灯状態におけるスタート回路による消費電力の低減が期待できる。加えて、実施例のポリマーPTC素子によれば、比較例のセラミックPTC素子に比べてロー状態でより低いインピーダンスが得られるので、蛍光灯用スタート回路に用いた場合、蛍光灯を点灯させるためのフィラメントの加熱をより効率的に実施でき、電源をオンにしてから蛍光灯が点灯するまでに要する時間の短縮化が期待できる。

[0054] また、図4(a)および(b)から理解されるように、ハイ状態のインピーダンスは、比較例のセラミックPTC素子では周波数が増大するにつれて全体的に低下するが、実施例のポリマーPTC素子では約110℃より高い温度範囲では周波数が増大するにつれて低下するものの、約110℃以下の温度範囲では周波数に殆どよらずに高い値を示した。

[0055] 以上の結果より、比較例のセラミックPTC素子では電気特性は周波数に依存して変化するのに対し、実施例のポリマーPTC素子では電気特性は実質的に周波数に依存しないことが確認された。

[0056] 2. スタート回路特性

加えて、本発明のポリマーPTC素子を用いる蛍光灯用スタート回路の電気特性を調べた。尚、用いたPTC素子の特性を示す目安として初期インピーダンスの値を予め測定した(表1参照)。初期インピーダンスは、素子特性を調べるために上記で用いたものと同じLCRメータを用いて素子単独の状態(室温(約25℃)、周波数1kHz)で測定した。

[0057] まず、図5に示す電気回路においてPTC素子61に代えて、上記で素子特性を調べた実施例のポリマーPTC素子を用いて実施形態2の蛍光灯用スタート回路を作製した。蛍光灯には市販の電球型インバータ蛍光灯を用いるものとした。この実施例のスタート回路に一般的な交流電流計をX点にて挿入し、一般的な交流電圧計をY-Y'点に接続して高周波数の交流電流を流し、蛍光灯の点灯状態におけるPTC素子の電流および電圧を測定した。また、上記の比較例のセラミックPTC素子を用いて同様に蛍光灯用スタート回路を作製し、この比較例のスタート回路についても同じく

試験した。結果を表1に示す。尚、表1における電流および電圧の測定値は実効値である。

[0058] [表1]

	素子単独	スタータ回路		
	初期インピーダンス ( $\Omega$ )	電流 (mA)	電圧 (V)	周波数 (kHz)
実施例	796.8	8.8	57.1	62.2
比較例	3177	17.4	66.1	61.3

[0059] 表1の電流および電圧の測定値からも、比較例のスタータ回路では、蛍光灯の点灯状態においてセラミックPTC素子に電流がリークしているのに対し、実施例のスタータ回路ではポリマーPTC素子に電流が比較的流れず、点灯状態におけるスタータ回路の消費電力を低減できると推測される。

[0060] 更に加えて、これら実施例および比較例のスタータ回路の点灯状態(15分経過後)におけるPTC素子の表面温度を測定したところ、ポリマーPTC素子およびセラミックPTC素子の最高温度はほぼ同程度であった。これより、熱的観点から、従来のスタータ回路に代えて本発明のスタータ回路を用いても問題ないことが判った。

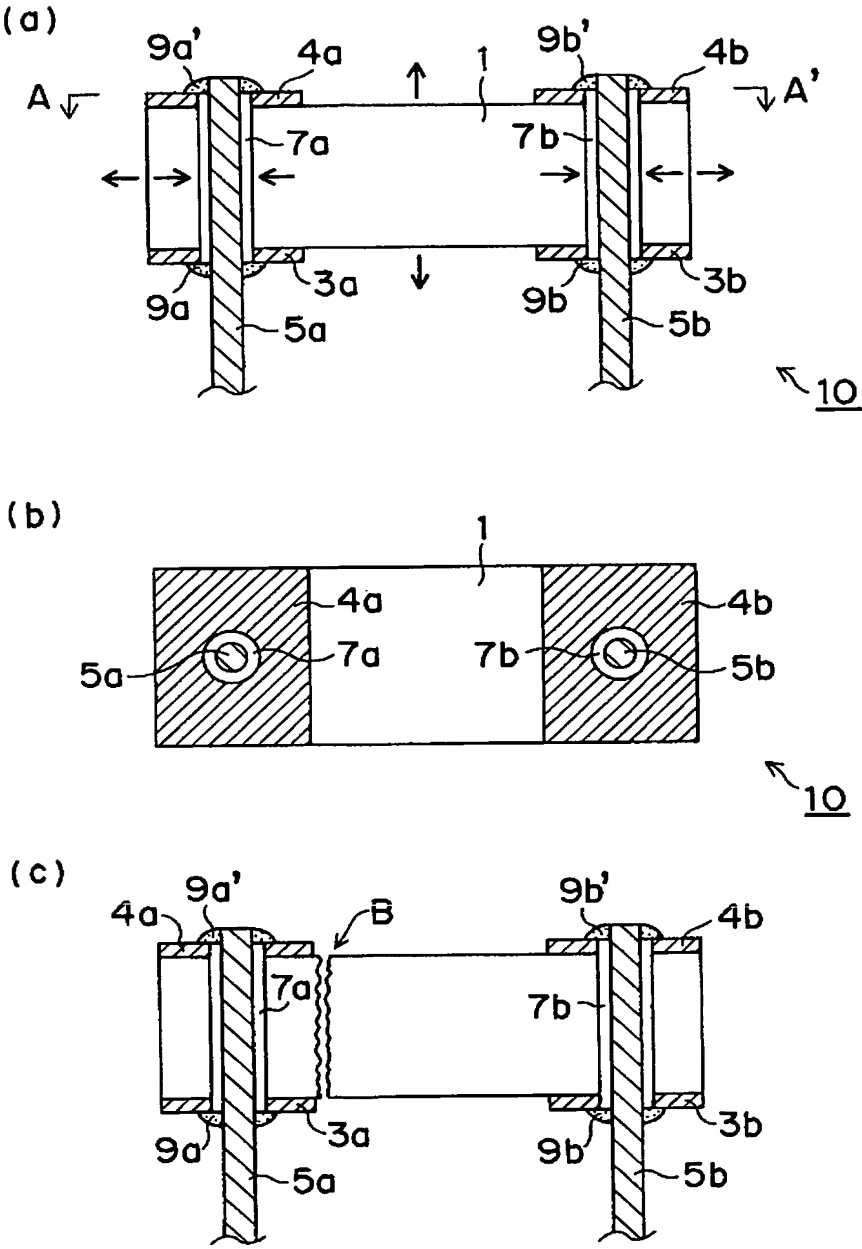
#### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明のポリマーPTC素子は電気・電子技術の分野においてスイッチング素子として利用可能である。また、本発明の蛍光灯用スタータ回路は、特にインバータ式の蛍光灯用スタータ回路として好適に用いられ得る。

### 請求の範囲

- [1]      ポリマーPTC材料から成るシート状本体と、シート状本体の表面に形成された第1および第2の電極とを含んで成るポリマーPTC素子であって、シート状本体を厚さ方向に少なくとも部分的に横断する空間が設けられていることを特徴とする、PTC素子。
- [2]      空間はシート状本体を貫通するスルーホールの内壁面によって少なくとも部分的に規定される、請求項1に記載のPTC素子。
- [3]      第1および第2の電極は、シート状本体の同一のシート面上に隔間して形成されている、請求項1または2に記載のPTC素子。
- [4]      第1および第2の電極は、シート状本体の厚さ方向に投射したときに互いに重ならないようにして、シート状本体の1対の対向するシート面上にそれぞれ形成されている、請求項1または2に記載のPTC素子。
- [5]      空間は、シート状本体の厚さ方向に投射したときに、電極の外縁で囲まれた領域の内側に位置する、請求項1〜4のいずれかに記載のPTC素子。
- [6]      空間は少なくとも1つの電極を貫通する、請求項5に記載のPTC素子。
- [7]      ポリマーPTC素子を含む蛍光灯用スタータ回路。
- [8]      ポリマーPTC素子として請求項1〜6のいずれかに記載のPTC素子を含む、請求項7に記載の回路。

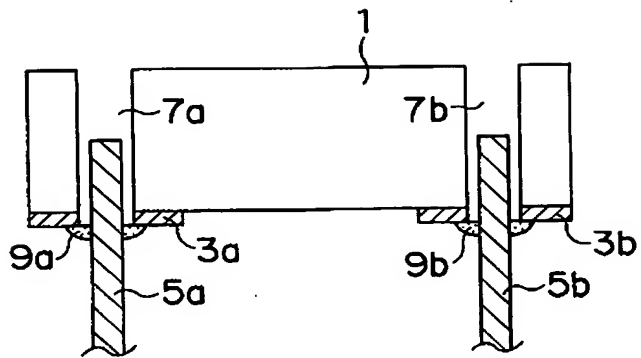
[図1]



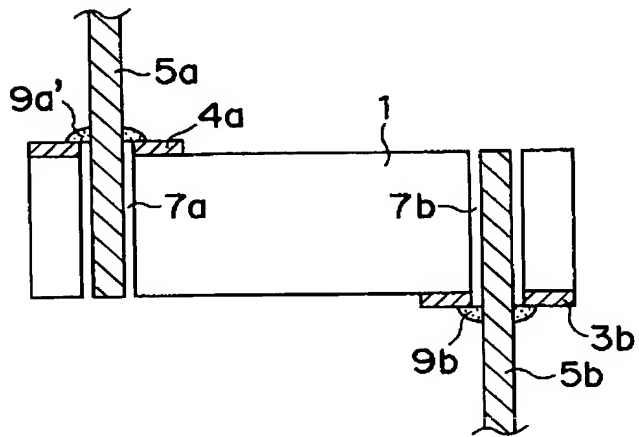


[図2]

(a)

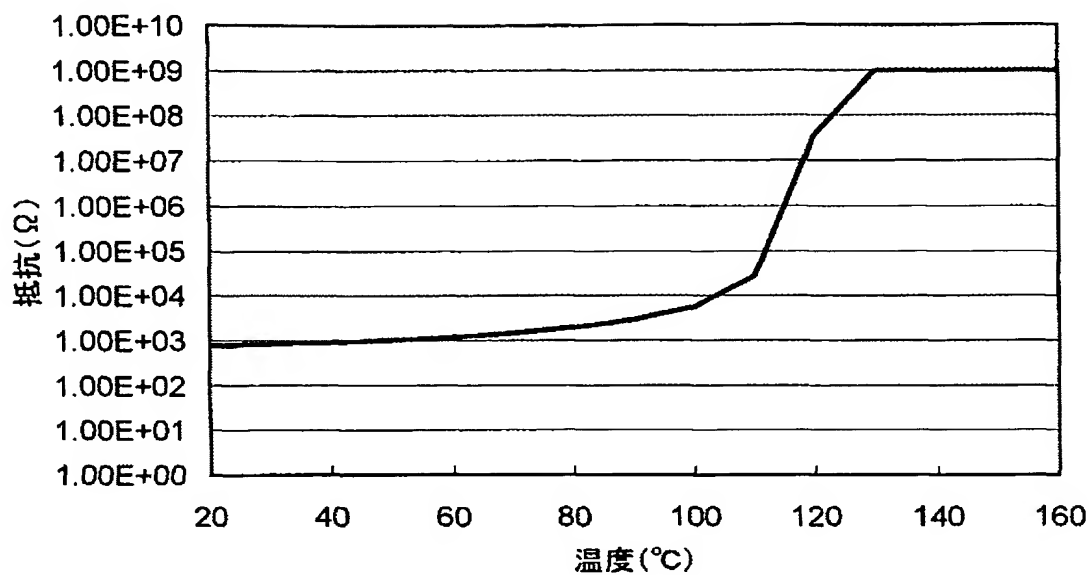


(b)

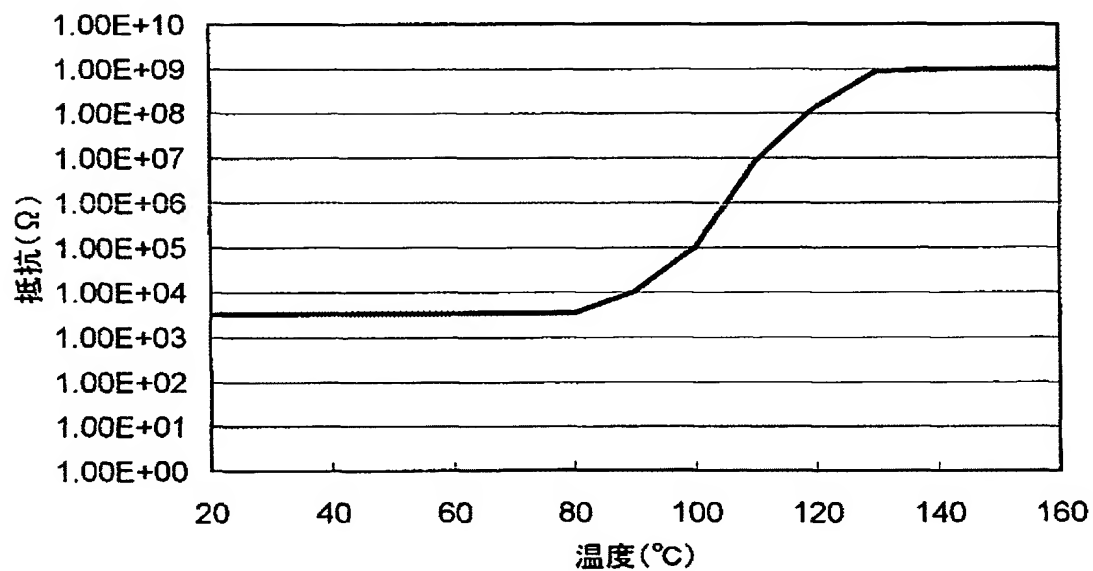


[図3]

(a)

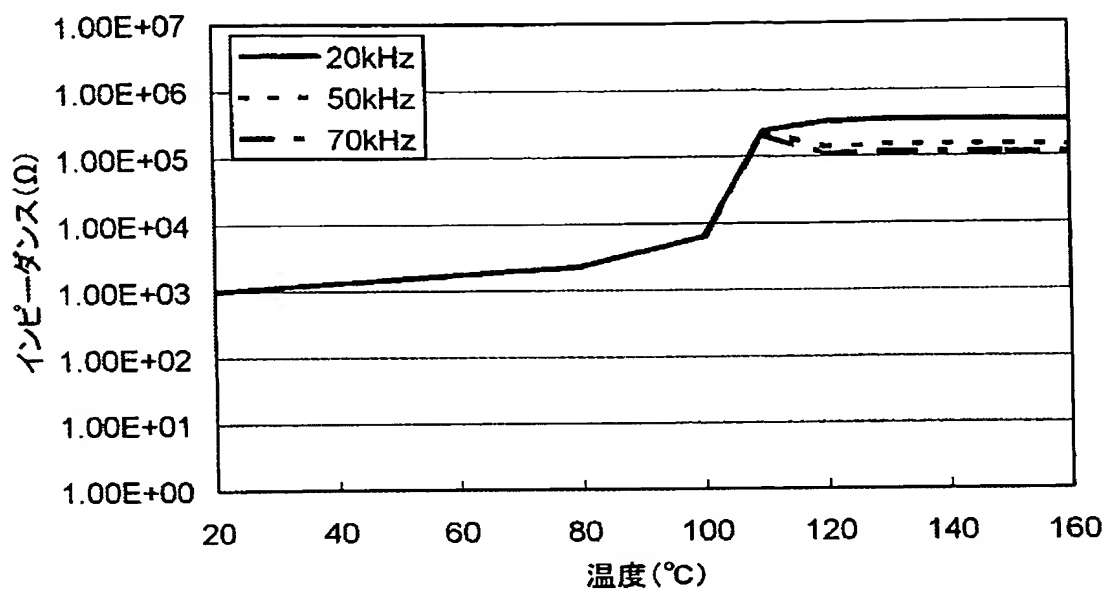


(b)

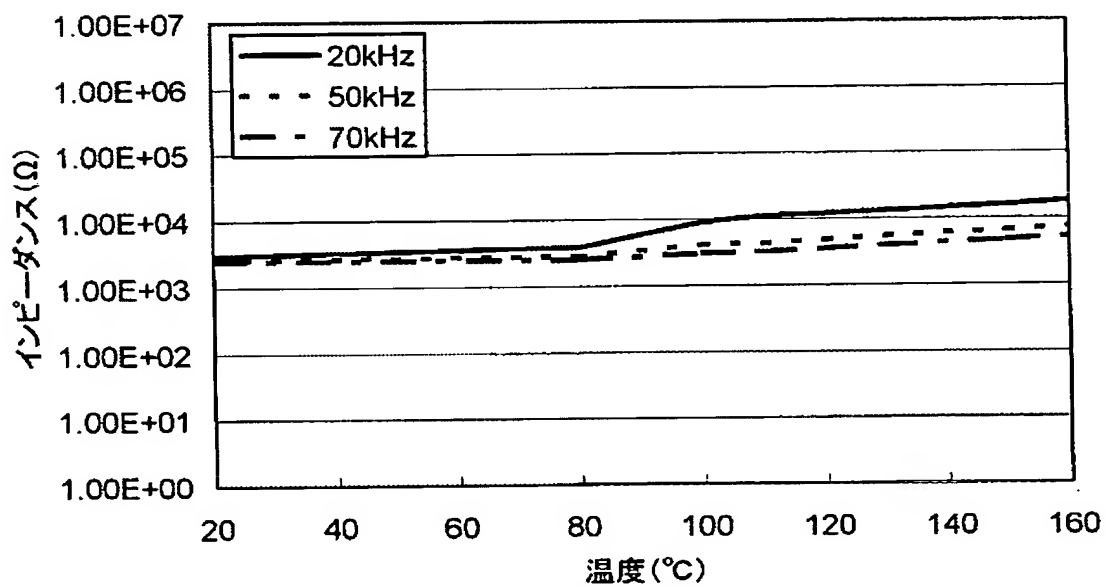


[図4]

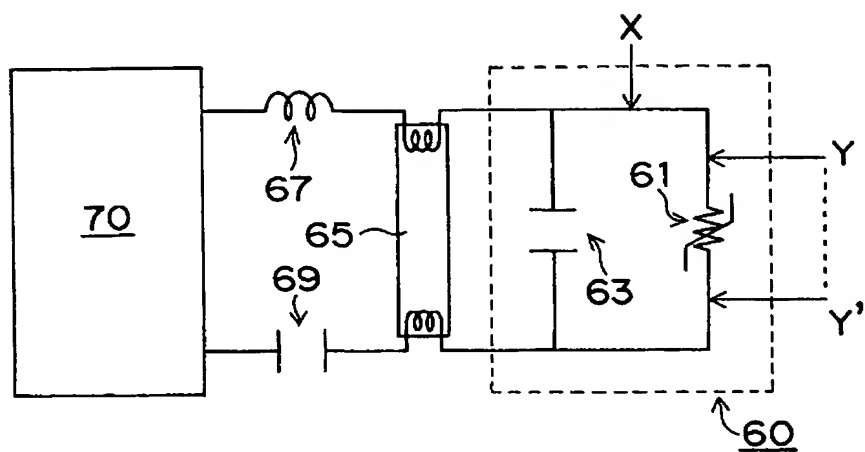
(a)



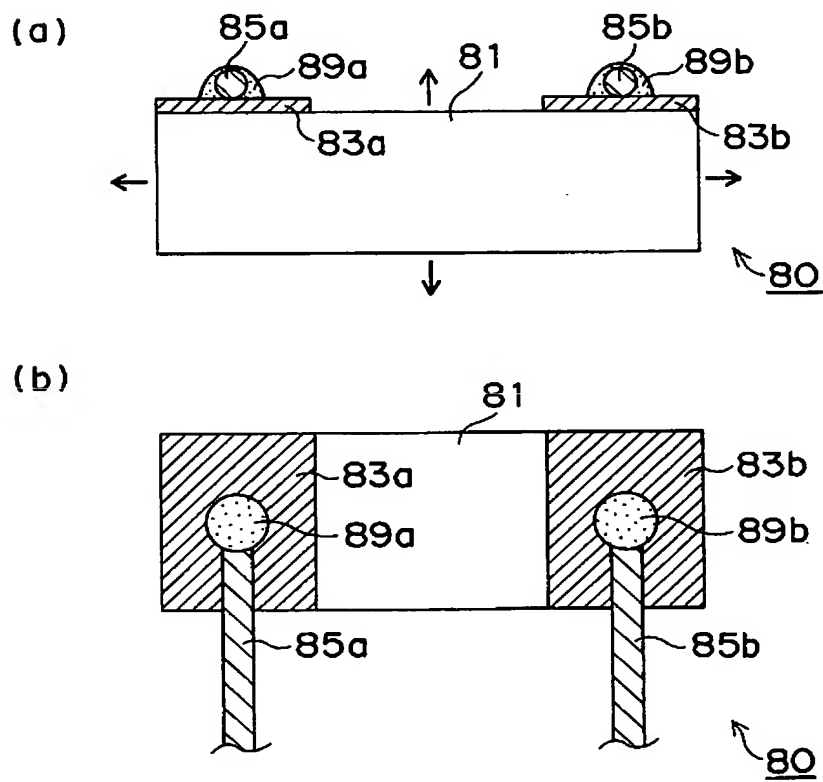
(b)



[図5]

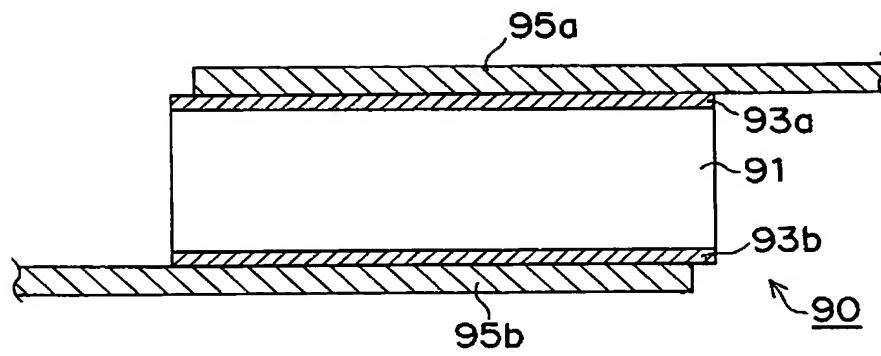


[図6]

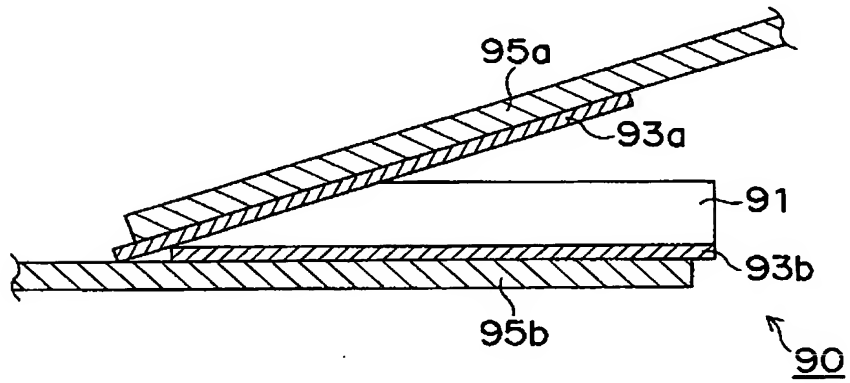


[図7]

(a)



(b)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015469

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01C7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01C7/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 5-3101 A (Raychem Corp.), 08 January, 1993 (08.01.93), Full text; all drawings & EP 63440 A & US 4426633 A	1-4 5, 6, 8
Y	JP 2002-260902 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 September, 2002 (13.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6, 8
Y	JP 9-69420 A (Eaton Corp.), 11 March, 1997 (11.03.97), Par. No. [0038] & EP 762437 A & US 5691689 A	3-6, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 January, 2005 (07.01.05)

Date of mailing of the international search report  
25 January, 2005 (25.01.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015469

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-213977 A (NOK Corp.), 28 August, 1989 (28.08.89), Full text; all drawings (Family: none)	3, 5, 6, 8
Y	JP 63-211701 A (Nippon Mektron, Ltd.), 02 September, 1988 (02.09.88), Full text; all drawings (Family: none)	3, 5, 6, 8
Y	JP 6-508960 A (Raychem S.A.), 06 October, 1994 (06.10.94), Full text; all drawings & WO 9300688 A & EP 591348 A & US 5537286 A	3-6, 8
Y	JP 7-161483 A (URD Kabushiki Kaisha), 23 June, 1995 (23.06.95), Full text; all drawings (Family: none)	7, 8
Y	JP 6-197446 A (Hiroo MORI), 15 July, 1994 (15.07.94), Full text; all drawings (Family: none)	7, 8
A	JP 2003-77705 A (Taiko Erektoronikusu Reikemu Kabushiki Kaisha), 14 March, 2003 (14.03.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2000-323302 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings & WO 200054290 A & EP 1168377 A & US 6556123 B1	1-8
A	JP 63-216302 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 08 September, 1988 (08.09.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01C 7/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01C 7/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P 5-3101 A (レイケム・コーポレーション) 199 3.01.08, 全文, 全図 & EP 63440 A & US 4 426633 A	1-4 5, 6, 8
Y	J P 2002-260902 A (松下電器産業株式会社) 20 02.09.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6, 8
Y	J P 9-69420 A (イートン コーポレーション) 199 7.03.11, 段落【0038】 & EP 762437 A & US 5691689 A	3-6, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.01.2005

国際調査報告の発送日

25.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

重田 尚郎

5 R

9298

電話番号 03-3581-1101 内線 3565



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 1-213977 A (エヌオーケー株式会社) 1989. 08. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 5, 6, 8
Y	JP 63-211701 A (日本メクトロン株式会社) 198 8. 09. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 5, 6, 8
Y	JP 6-508960 A (レイケム・ソシエテ・アノニム) 1 994. 10. 06, 全文, 全図&WO 9300688 A & EP 591348 A &US 5537286 A	3-6, 8
Y	JP 7-161483 A (株式会社ユー・アール・ディー) 1 995. 06. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7, 8
Y	JP 6-197446 A (森 禮男) 1994. 07. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7, 8
A	JP 2003-77705 A (タイコ エレクトロニクス レイ ケム株式会社) 2003. 03. 14, 全文, 全図 (ファミリー なし)	1-8
A	JP 2000-323302 A (松下電器産業株式会社) 20 00. 11. 24, 全文, 全図&WO 200054290 A &EP 1168377 A &US 6556123 B1	1-8
A	JP 63-216302 A (株式会社村田製作所) 1988. 09. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8